

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4513432号
(P4513432)

(45) 発行日 平成22年7月28日(2010.7.28)

(24) 登録日 平成22年5月21日(2010.5.21)

(51) Int.Cl. F I
F O 4 D 29/08 (2006.01) F O 4 D 29/08 A
 F O 4 D 29/08 B

請求項の数 7 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2004-200002 (P2004-200002)	(73) 特許権者	000005452
(22) 出願日	平成16年7月7日(2004.7.7)		株式会社日立プラントテクノロジー
(65) 公開番号	特開2006-22681 (P2006-22681A)		東京都豊島区東池袋四丁目5番2号
(43) 公開日	平成18年1月26日(2006.1.26)	(74) 代理人	110000350
審査請求日	平成18年6月14日(2006.6.14)		ポレール特許業務法人
		(72) 発明者	鋼坂 周作
			東京都足立区中川四丁目13番17号 株
			式会社 日立インダストリイズ内
		(72) 発明者	田中 定司
			東京都足立区中川四丁目13番17号 株
			式会社 日立インダストリイズ内
		(72) 発明者	桜井 信介
			東京都足立区中川四丁目13番17号 株
			式会社 日立インダストリイズ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ターボ型流体機械及びこれに用いる段付シール装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ポンプのケーシング内に設けられた回転軸と、この回転軸に取り付けられた羽根車と、この羽根車の側板と前記ケーシングとの間に設けられシール機能を有するマウスリング部とを備える非圧縮性流体を扱うターボ型流体機械において、

前記マウスリング部は、羽根車側板側に形成した第1のマウスリングと、前記ケーシングの非回転体壁面側に設けた第2のマウスリングとで構成され、

前記第1のマウスリングは、羽根車吸込側を小径、出口側を大径として少なくとも2段以上の階段状の段差部であって羽根車吸込側から出口側まで平坦な階段状に半径を増大する構成であり、

前記第2のマウスリングは、凸部と凹部を有するラビリンス状であり、前記凸部と前記第1のマウスリングとの間で狭い半径方向隙間の細隙部を形成するとともに、前記凹部と前記第1のマウスリングの段差部とで半径方向隙間の拡大部となる流路空間部を形成し、さらに前記第1のマウスリングの段差部を形成する半径方向に延びる壁面の軸方向位置と、前記第2のマウスリングの凹部を形成する半径方向に延びる壁面の軸方向位置とを一致させ、

前記細隙部を流通した流れが前記流路空間部に流入したときに半径方向外向きの流れ(D)を形成するようにしたことを特徴とするターボ型流体機械。

【請求項2】

前記流路空間部の断面形状を矩形とし、この流路空間部に接続する上流側の前記細隙部

の半径方向位置が、この流路空間部の半径方向中央位置より外径側であって流路空間部の半径方向隙間の $1/2 \sim 3/4$ だけ流路空間部の底面よりも大径位置としたことを特徴とする請求項 1 に記載のターボ型流体機械。

【請求項 3】

前記流路空間部に接続する下流側の細隙部の底面の高さを、前記流路空間部の底面の高さと同じにしたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のターボ型流体機械。

【請求項 4】

前記第 2 のマウスリングの材質を熱可塑性樹脂としたことを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載のターボ型流体機械。

【請求項 5】

前記細隙部を構成する第 2 のマウスリングの凸部の内壁面に、前記凹部の深さよりも浅い複数のラビリンス溝を形成したことを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載のターボ型流体機械。

【請求項 6】

非圧縮性流体を扱うターボ型流体機械に用いられポンプの回転体と静止体との間を、階段状の狭い隙間を形成してシールする段付シール装置において、

前記回転体側に用いられる第 1 のシールは、低圧側（吸込側）を小径、高圧側（吐出側）を大径とした少なくとも 3 段の段差部を有し、羽根車吸込側から出口側まで平坦な階段状に半径を増大しており、

前記静止体側に用いられる第 2 のシールは、ラビリンス状凸部とラビリンス状凹部を有し、前記凸部と前記第 1 のシールとの間で狭い半径方向隙間の細隙部を形成するとともに、前記凹部と前記第 1 のシールの段差部とで半径方向隙間の拡大部となる流路空間部を形成し、さらに前記第 1 のシールの段差部を形成する半径方向に延びる壁面の軸方向位置と、前記第 2 のシールの凹部を形成する半径方向に延びる壁面の軸方向位置とを一致させ、前記細隙部を流通した流れが前記流路空間部に流入したときに半径方向外向きの流れ（D）を形成するようにしたことを特徴とするターボ型流体機械に用いる段付シール装置。

【請求項 7】

前記第 2 のシールが第 1 のシールに対向する部分の材質を熱可塑性樹脂とし、前記流路空間部に接続する一方の細隙部の底面がこの流路空間部の底面に一致し、他方の細隙部の半径方向位置は、この流路空間部の半径方向の隙間の $1/2 \sim 3/4$ だけ流路空間部の底面から外径方向に大きいことを特徴とする請求項 7 に記載のターボ型流体機械に用いる段付シール装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ポンプケーシング等の非回転体と羽根車側板との回転細隙部をシールするマウスリングを備えているターボ型流体機械、及びこのターボ型流体機械における前記マウスリング部に用いられる段付シール装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ターボ型流体機械は、回転軸とこの回転軸に取り付けられた羽根車とを備え、羽根車が回転軸により回転されることにより生じる羽根車出入口の角運動量差で仕事をする。このため、フルオープン羽根の場合を除き、非回転体と羽根車との間に 1 ないし 2 ヶ所の回転細隙部が形成される。この細隙部を、羽根車の高圧側から低圧側へ流出する流れは損失となる。この流れ損失は、高効率の流体機械で低比速度の場合には、全損失の 2 割もの大きな損失となる場合もある。

【0003】

この流れ q は、次式で表されるように、細隙部断面積 A と細隙部前後の差圧 P の平方根に比例し、細隙部の流動抵抗 R の平方根に逆比例する。このため、細隙部の流動抵

10

20

30

40

50

抗を大きくするような種々の工夫が為されている。

【0004】

【数1】

$$q = \alpha A \sqrt{\Delta P / \zeta} \quad \dots\dots (数1)$$

10

ここで α は定数である。

【0005】

細隙部の流動抵抗は細隙部を流れる際の摩擦損失と、細隙部の形状や断面積変化に伴う急拡大損失や急縮小損失の2種類に分類される。前記摩擦損失は、細隙部隙間寸法と作動流体の流速及び動粘性係数で決まるため、羽根車と非回転体との接触を避ける必要性から、極端に狭い隙間にしたり、隙間部の長さを長くして抵抗を増大させるには限界がある。このためマウスリング部の漏れ損失を低減するシール装置の構造は、ほとんどの場合、形状・断面積変化を効果的に取り入れた構造としており、例えば特許文献1に記載の階段形のラビリンスシール構造等が用いられている。

20

【0006】

【特許文献1】特開平11-343996号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、従来のマウスリング部におけるラビリンスシール構造は、流動抵抗にラビリンスシール凸部から凹部へ面積を急拡大することによる断熱膨張時の圧力変化効果を利用しているため、ポンプなど非圧縮性流体を扱うターボ型流体機械にそのまま用いた場合には、十分な漏れ流れの低減効果は得られない。

【0008】

30

本発明の目的は、特にポンプなど非圧縮性流体を扱うターボ型流体機械におけるマウスリング部からの漏れ流れを十分に低減でき、しかも製作も容易で信頼性の高いターボ型流体機械及びこれに用いる段付シール装置を得ることにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上述の目的を達成するため、本発明は、ポンプのケーシング内に設けられた回転軸と、この回転軸に取り付けられた羽根車と、この羽根車の側板と前記ケーシングとの間に設けられシール機能を有するマウスリング部とを備える非圧縮性流体を扱うターボ型流体機械において、前記マウスリング部は、羽根車側板側に形成した第1のマウスリングと、前記ケーシングの非回転体壁面側に設けた第2のマウスリングとで構成され、前記第1のマウスリングは、羽根車吸込側を小径、出口側を大径として少なくとも2段以上の階段状の段差部であって羽根車吸込側から出口側まで平坦な階段状に半径を増大する構成であり、前記第2のマウスリングは、凸部と凹部を有するラビリンス状であり、前記凸部と前記第1のマウスリングとの間で狭い半径方向隙間の細隙部を形成するとともに、前記凹部と前記第1のマウスリングの段差部とで半径方向隙間の拡大部となる流路空間部を形成し、さらに前記第1のマウスリングの段差部を形成する半径方向に延びる壁面の軸方向位置と、前記第2のマウスリングの凹部を形成する半径方向に延びる壁面の軸方向位置とを一致させ、前記細隙部を流通した漏れ流れが前記流路空間部に流入したときに半径方向外向きの流れ(D)を形成するようにしたものである。

40

【0010】

50

ここで、流路空間部の断面形状を矩形とし、この流路空間部に接続する上流側の前記細隙部の半径方向位置が、この流路空間部の半径方向中央位置より外径側であって、流路空間部の半径方向隙間の $1/2 \sim 3/4$ だけ流路空間部の底面よりも大径位置とすることが好ましい。

【0012】

本発明の他の特徴は、非圧縮性流体を扱うターボ型流体機械に用いられポンプの回転体と静止体との間を、階段状の狭い隙間を形成してシールする段付シール装置において、前記回転体側に用いられる第1のシールは、低圧側（吸込側）を小径、高圧側（吐出側）を大径とした少なくとも3段の段差部を有し、羽根車吸込側から出口側まで平坦な階段状に半径を増大しており、前記静止体側に用いられる第2のシールは、ラビリンス状凸部とラビリンス状凹部を有し、前記凸部と前記第1のシールとの間で狭い半径方向隙間の細隙部を形成するとともに、前記凹部と前記第1のシールの段差部とで半径方向隙間の拡大部となる流路空間部を形成し、さらに前記第1のシールの段差部を形成する半径方向に延びる壁面の軸方向位置と、前記第2のシールの凹部を形成する半径方向に延びる壁面の軸方向位置とを一致させ、前記細隙部を流通した流れが前記流路空間部に流入したときに半径方向外向きの流れ（D）を形成するようにしたことにある。

10

【0013】

上記において、前記第2のシールが第1のシールに対向する部分の材質を熱可塑性樹脂とし、前記流路空間部に接続する一方の細隙部の底面がこの流路空間部の底面に一致し、他方の細隙部の半径方向位置は、この流路空間部の半径方向の隙間の $1/2 \sim 3/4$ だけ流路空間部の底面から外径方向に大きくすることが望ましい。

20

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、圧縮性のない作動流体を取り扱うターボ流体機械であっても、段付シール装置部に設けられた段差部内を流れる流体の流動抵抗を大きくでき、この段付シール装置部からの流れを低減することができる。

【0016】

また、ラビリンス状凹部に対してラビリンス状凸部の軸方向寸法を大きくできるから、高精度加工も容易になり、製作の容易なターボ型流体機械及びこれに用いる段付シール装置を得ることができる。

30

【0017】

更に、段付シール装置の段差部に形成される流路空間部内で著しい旋回流が生じるのを抑制できるから、スラリーを含む液体を取り扱うポンプに使用する場合でも、信頼性を損なうことなく漏れ損失を低減できる。

【0018】

なお、非回転体側シール部材質を熱可塑性樹脂とすれば、熱可塑性樹脂は低摩擦で耐摩耗性に優れており、自己潤滑性があるため焼き付きを起こすのを防止できる。この結果、シール部の隙間をより小さくすることが可能となり、漏れ量を更に低減できるから、本発明の効果を最大限に発揮することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

40

【0019】

ポンプ等の非圧縮性流体を扱うターボ型流体機械において、図6に示すように、羽根車側板部側に凹部と凸部からなるラビリンス構造を設け、このラビリンス内で生じる遠心力による非圧縮性流体の2次流れ効果を利用して流動抵抗を増大させるようにすることが考えられる。しかしこの構造では、回転体と静止体との相対的な軸方向位置が変化すると漏れ量が著しく増大する問題がある。また、図6に示すような構成では、ラビリンス部を構成するマウスリング4の凹部4aに対して凸部4bの軸方向寸法が小さく、加工が難しく、高精度の加工も要求される。

【0020】

このため、非圧縮性流体を扱うポンプ等のターボ型流体機械においては、図7に示すよ

50

うな、細隙部の軸方向長さが隙間部の軸方向長さに対して長い多段構造の段付きシール装置を用いることも考えられる。しかし、この多段構造の段付きシール装置を用いた場合、段付きシール部での漏れ損失は前述したように全損失に占める割合が無視できない大きさとなり、昨今の市場での1%レベルの効率競争においては重大な問題となる。

【0021】

以下、非圧縮性流体を扱うターボ型流体機械におけるマウスリング部からの漏れ流れを十分に低減でき、製作も容易な本発明の具体的実施例を図面に基づき説明する。

【実施例1】

【0022】

図1から図4に基づき本発明の一実施例を説明する。図1は本実施例のターボ型流体機械（遠心ポンプ）を示す要部縦断面図、図2は図1に示す遠心ポンプにおけるマウスリング部の詳細構造を説明する断面図、図3は図2に示すラビリンス状凹部5b付近の形状を示す横断面図、図4はマウスリング部における段付シール装置部の要部の構造を示す詳細断面図である。

10

【0023】

図1に示すように、本実施例におけるターボ型流体機械（遠心ポンプ）は、ケーシング1内に、駆動機（図示せず）により駆動される回転軸2が配置され、この回転軸2には複数の羽根車3が多段に嵌合して配設されている。ケーシング1と回転体である羽根車3との間には回転細隙部が形成されるため、この回転細隙部を通り羽根車出口側から吸込側への作動流体の漏れ流れを抑制する目的で、羽根車側板3a側にはマウスリング4（図2参照）を設け、これと対向するケーシング1の非回転体壁面1aにもマウスリング5（図2参照）を設けている。

20

【0024】

図2に示すように、本実施例においては、マウスリング4、5部に段付シール装置を形成している。羽根車側板3aに設けたマウスリング4は、羽根車吸込側を小径、出口側を大径とし、2段以上（本実施例では2段）の階段状に構成している。また、非回転体壁面1a側のマウスリング5はラビリンス形状とし、各段毎に、羽根車側マウスリング4の段差部（半径方向の壁部）4c（図4参照）と、マウスリング5におけるラビリンス状凹部5bの半径方向壁部5c（図4参照）との軸方向位置（半径方向細隙部の漏れ流れ下流側端位置）Aが合致するように構成されている。

30

【0025】

本実施例の遠心ポンプは以上の構成のため、ラビリンス状凸部5aと羽根車側板のマウスリング4部とで狭い半径方向隙間Eが形成される二重円筒部、及びラビリンス状凹部5bとマウスリング4部の段差部とで形成される半径方向隙間の拡大部により、漏れ流れの通路となる半径方向隙間の面積が急拡大する部分と急縮小する部分との組合せとすることができる。また、段付シール装置部の各段（段差部）における二重円筒部半径位置をずらすことができる。この結果、従来のラビリンスシールを非圧縮性流体に適用した場合のように、ラビリンス凸部（歯部）5aから流路空間部（凹部）5bへ流体が圧縮されずに噴流として流出することにより流路空間部5bを短絡して流ることがないため、回転細隙部の流動抵抗を効果的に高め、漏れ流れを低減することができる。

40

【0026】

また、静止側であるマウスリング5の段差部（凹部）5bはラビリンス状として細隙部（半径方向隙間E）の半径位置より外径側に拡大されて構成されている。このため、図4に示すように、羽根車側板3a側の垂直壁面4c近傍の流体に遠心力効果が作用し、半径方向外向きの二次流れDが発生し、この二次流れDが有効に働き、急拡大部の抵抗が大きくなって、図6や図7に示すような段付シール装置と比較してシール効果を著しく向上できる。

【0027】

更に、図6や図7に示すような段付シール装置に比べて、ラビリンス状凹部5bにおける流路空間部の体積を増加できることと、二次流れDによる干渉作用が増加したことによ

50

り、流路空間部（凹部 5 b）での旋回流れ C（図 3 参照）も低減でき、次段細隙部（漏れ流れ下流側の半径方向隙間 E）の部分で再び旋回流れを形成する際の抵抗となり、この結果段付シール装置部での流出・流入抵抗を大きくでき、漏れ量を大幅に低減できる効果が得られる。

【実施例 2】

【0028】

図 5 は本発明の他の実施例を示す段付シール装置部の詳細断面図で、マウスリング部に設けられた段付シール装置の他の例を示す。この実施例では、羽根車側のマウスリング 4 部の段差部と非回転体側のラビリス状凹部 5 b とで構成される流路空間部をほぼ矩形形状とし、且つこの流路空間部における静止側マウスリング 5 のラビリス状凹部 5 b 側は細隙部（半径方向隙間）E の半径方向位置より外径側に拡大して構成されており、これらの点では上記一実施例と同様の構成としている。また、この実施例では、細隙部 E における非回転体側のマウスリング 5 の内壁面に、前記凹部 5 b より浅いラビリス溝 5 d を設けた形状としている。

【0029】

本実施例は上記の構成のため、上流側のラビリス状凹部 5 b からの漏れ流れ B が次段ラビリス状凹部 5 b' に短絡して流れるのを抑制でき、細隙部 E の流動抵抗を効果的に高め、漏れ流れを低減することができる。特に、細隙部 E の半径位置を、羽根車段差部と非回転体側ラビリス状凹部 5 b, 5 b' で構成される流路空間部高さの $1/2$ ないし $3/4$ （流路空間部の底面から外径方向に向かって $1/2$ ないし $3/4$ の高さ位置）の範囲に設けると、二次流れが効果的に働き、ラビリス状凹部内での周方向の著しい旋回流れ C も形成されない。この結果、シルト分を含むスラリー水を扱う場合に、シルト分の回転による細隙部の磨耗を防止でき、また高圧ポンプの場合でも、高流速の漏れ流れ B による段差部出口側壁面でのエロージョン発生の危険性を低減できる。更に、細隙部 E のケーシング側壁面にラビリス溝 5 d を形成したことにより、漏れ流れの量・摺動トルク・旋回流れをより低減させることもできる。

【0030】

なお、段付シール装置を構成する非回転体側のマウスリング 5 の材質は熱可塑性樹脂とすることが望ましい。熱可塑性樹脂は伝熱特性が良好で、狭い隙間寸法で回転細隙部を構成することができ、万一マウスリングが接触したり異物を噛み込んだ場合でも、摺動熱の除去が容易である。従って、シール性能を向上でき、羽根車軸方向長さを変更することなく多段構成が可能となり、段付シール装置の性能を最大限に発揮できる。

【0031】

以上詳細に説明したように、本実施例によれば、作動流体が非圧縮性の場合でも、マウスリング部のシール装置における流動抵抗を大きくでき、またラビリス状凹部内での周方向の著しい旋回流れも生じないため、スラリーを含む液体の場合でも、信頼性を損なうことなく漏れ損失を低減できる効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図 1】本発明の一実施例を示すターボ型流体機械（遠心ポンプ）の要部の縦断面図。

【図 2】図 1 に示す遠心ポンプにおけるマウスリング部の詳細構造を説明する断面図。

【図 3】図 2 に示すラビリス状凹部 5 b 付近の形状を示す横断面図。

【図 4】図 2 に示すマウスリング部における段付シール装置部の要部の構造を示す詳細断面図。

【図 5】本発明の他の実施例を示す段付シール装置部の詳細断面図。

【図 6】一般的な段付シール装置の一例を説明する断面図。

【図 7】一般的な段付シール装置の他の例を説明する断面図。

【符号の説明】

【0033】

1 ... ケーシング、1 a ... 非回転体壁面、2 ... 回転軸、3 ... 羽根車、3 a ... 羽根車側板、

10

20

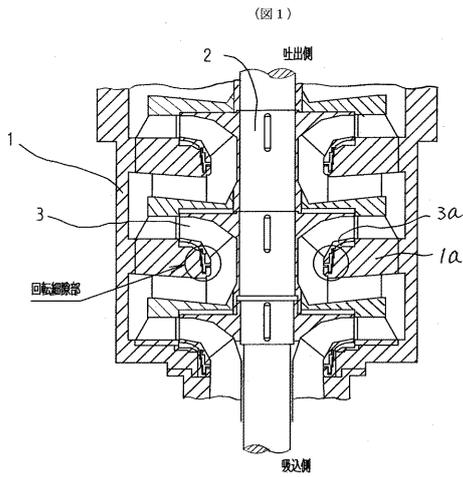
30

40

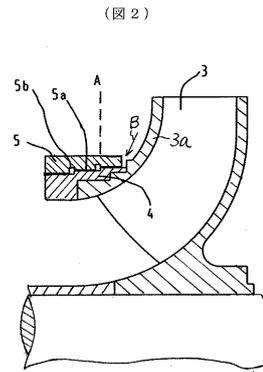
50

4, 5 ... マウスリング、5 a ... ラビリンス状凸部、5 b, 5 b' ... ラビリンス状凹部、4 c, 5 c ... 半径方向壁部、5 d ... ラビリンス溝、A ... 半径方向細隙部軸方向位置、B ... 漏れ流れ、C ... 旋回流れ、D ... 二次流れ、E ... 細隙部 (半径方向隙間)。

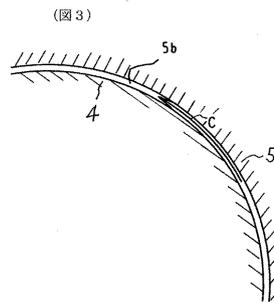
【図1】



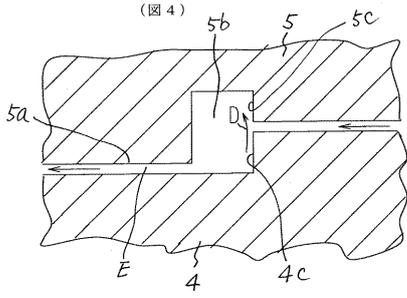
【図2】



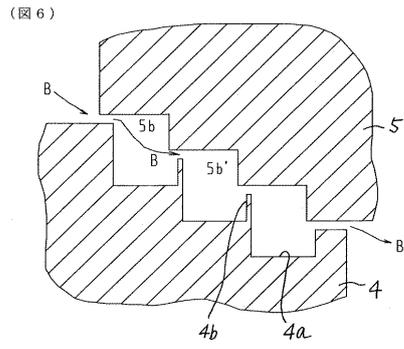
【図3】



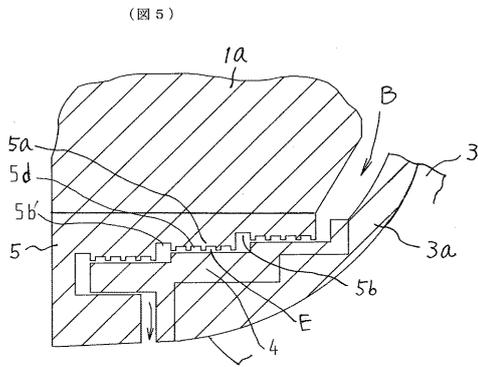
【図4】



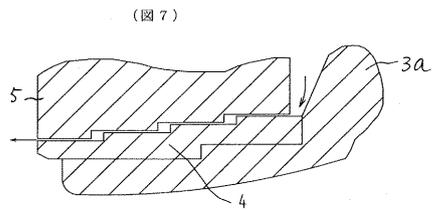
【図6】



【図5】



【図7】



フロントページの続き

審査官 刈間 宏信

- (56)参考文献 実開昭54-053145(JP,U)
特開昭55-153863(JP,A)
特開昭52-112034(JP,A)
特開2003-184786(JP,A)
特開平03-295499(JP,A)
特開平11-343996(JP,A)
実公昭33-10060(JP,Y1)
特開平5-296190(JP,A)
特開昭51-82855(JP,A)
特開平2-245581(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F04D 29/08